

论因民组的若干沉积建造特征¹

华仁民

(南京大学地球科学系)

提要 本文从因民组的裂谷构造背景出发,论述了其中长石砂岩的发育等沉积建造特征,认为因民组是我国境内最老的大陆红层之一;对因民组内各种角砾岩进行了初步分类,并着重讨论了袭谷条件下同生角砾岩的特征及成因;提出因民组应属陆相磨拉石建造而不是海相复理石建造。

关键词 因民组 大陆红层 长石砂岩 裂谷 同生角砾岩

第一作者简介 华仁民 男 45 岁 博士,副教授 矿床学

因民组是分布于我国西南川滇两省的一个地层单位,属中元古界昆阳群。由于它特殊的岩性以及与东川式铜矿的密切关系,因而颇受地质学家重视。前人对它论述较多,但仍遗留有许多问题尚未解决。笔者经过数年研究,并阅读分析了大量前人资料,提出了因民组形成环境、建造特征及角砾岩的成因等方面的若干新认识。

1 因民组是陆相红色碎屑建造 (大陆红层)

根据区测报告等前人资料 (龚琳等, 1975 年; 桂林地质所 1975, 龚琳等 1981)^{2,3} 及笔者的野外观察,因民组的岩性虽因地而异,但是总的来说它是一套以紫色为主的碎屑岩、泥岩夹不纯白云岩,故前人常用“因民紫色层”称之。它通常包括底部的砾岩、角砾岩,下部的砂岩、粉砂岩夹板岩,中上部的板岩夹泥砂质白云岩和砂岩。它的顶部是中厚层泥砂质白云岩夹白云质砂岩,并逐步向落雪组白云岩过渡,所以又称为“过渡层”。其厚度一般为数百米。

因民组与上覆落雪组含藻白云岩呈逐渐过渡的连续沉积;但它与下伏地层的关系却并不清晰,由此而造成关于昆阳群内地层层序划分对比的长期争议,形成所谓“正八组”与“倒八组”两种对立的观点。笔者新近的研究成果认为:以因民组陆相红色碎屑建造开始的下昆阳群 (包括上覆的落雪组含藻白云岩、黑山组海相还原环境黑色建造和青龙山组碳酸盐建造) 是中元古代大陆袭谷—昆阳拗拉谷的典型沉积建造组合 (华仁民, 1989, 1991)。从这一构造环境出发,笔者认为因民组应该是昆阳群各组地层中最早的沉积物。

因民组的碎屑岩总的来说成熟度较低,具有高能环境下快速堆积的特征。在许多地区因民组砂岩中长石含量较高或发育长石砂岩,如通安地区因民组中可含长石 5—30 (%)⁴;

¹ 参加工作的还有阮惠础、倪培。

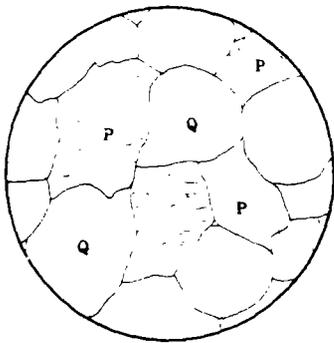
² 昆明幅 1: 20 万区域地质调查报告书。

³ 武定幅 1: 20 万区域地质调查报告书。

⁴ 西南冶金地质, 1977, 第 2 期。

武定西部德古老附近因民角砾岩之上为厚 2—3m 的长石石英砂岩。笔者在易门地区曾实地观测铜厂、狮子山铜矿等处的长石砂岩，并进行室内研究。铜厂剖面上可见因民组中有约 20m 厚的长石砂岩；在狮子山铜矿，因民组砂板岩中夹数层含铜矿化的长石砂岩，厚达数十米。镜下观察表明，各地长石砂岩的特征不尽相同。易门狮子山长石石英砂岩颗粒较粗，呈浅肉红—灰白微红色，基本上由长石和石英组成，二者颗粒大

因民矿区的因民组砂岩，其下部粗粒碎屑中也含有相当多的长石，包括微斜长石、条纹长石和斜长石，而上部细碎屑中长石含量极少。图版 1、2 反映了这些长石石英砂岩的面貌。



P—条纹长石 Q—石英

图 1 易门狮子山因民组中的长石砂岩 (薄片，正交×160)

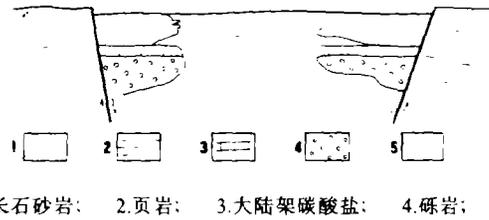
Fig.1 Arkose in the Yinmin Formation, Shizishan Mine, Yimen.

因民组特征的紫色色调及其中长石砂岩的发育，说明它属于红层沉积，形成于氧化环境下。地球上最早出现的红层可能是印度 Dharwar 绿岩带中的红层，年代约 25 亿年前，但是红层在全球范围开始大规模出现要到 18—20 亿年前 (Turner, 1980) P.E.Cloud (1968) 认为这是大气圈中游离氧开始聚集的标志。因此，因民组是我国境内最早的红层之一。

红层形成的构造环境主要包括：夭折的大陆裂谷 (或拗拉谷)、转换断层造成的走滑盆地，以及某些晚造山期沉积盆地等。其中裂谷是形成大陆红层最主要的环境。实际上，红层中粗碎屑岩的最主要代表——长石砂岩典型地发育于以活动断裂为边界的地堑边缘，代表一种冲积扇和河流沉积物，这种例子在世界各地

不同时代的地层中均可发现。图 2 是挪威南部 Sparagmite 盆地在其裂谷演化史某阶段的典型的沉积岩组合。这一裂谷是原始大西洋拉张时形成的，宽 60—70km，深 2—4km。长石砂岩和砾岩主要位于盆地边缘作为粗碎屑楔状沉积 (扇状三角洲)，而盆地内部主要是细碎屑岩或泥质岩。类似的情况还有苏格兰 Midland Valley 的老红砂岩、美国科罗拉多州宾夕法尼亚纪 Newark Series、德国和瑞士南部某些第三纪磨拉石建造等 (Turner, 1980)。笔者在易门铜厂剖面见到因民组中、下部发育的长石砂岩呈典型的肉红色，夹在正常的细粒砂质板岩、泥板岩中，二者之间的界线比较清晰 (图 3)。笔者认为这种长石砂岩代表了一种洪积相的产物，相当于盆地边缘粗碎屑楔状沉积。

F.J.Pettijohn1975 年把长石砂岩限于陆相，以免与含长石的杂砂岩 (Greywacke) 混淆。一般认为长石砂岩形成于离蚀源较近处。裂谷的拉张裂隙环境，尤其是边部断裂活动处，最能提供这种近距快速的沉积条件来形成长石砂岩。东川和易门地区的因民组，正是这种环境的产物。



1.长石砂岩; 2.页岩; 3.大陆架碳酸盐; 4.砾岩; 5.基岩。

图2 挪威南部 Sparagmite 盆地裂谷沉积相示意图。

Fig.2 Rift sedimentary facies of the Sparagmite Basin, Norway (by P.Turner, 1980)

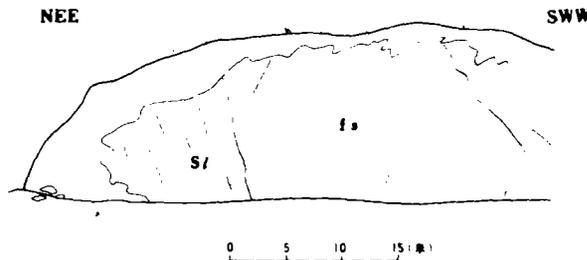


图3 易门铜厂公路剖面长石砂岩露头素描图

Fig.3 Sketch of outcrop showing relation between arkose and slate of the Yinmin Formation. Tongchang, Yimen.

P.Turner 把大陆红层分为冲积红层、沙漠红层和三角洲平原红层三类。笔者认为因民组红层主要应属三角洲型，因为因民组的红色基本上局限于泥质岩石（板岩），而其砂质成份除长石砂岩外基本上不显红色。例如易门铜厂剖面所见的因民组中的非长石砂岩，其细粒者呈灰黑色、中粒者呈灰色、粗粒者呈灰白色。这正是三角洲平原红层所具有的特征。然而，因民组顶部及上覆过渡层中石膏的存在^{1,2,3}，又说明它具有某些沙漠红层的特征，反映了干燥炎热的气候条件和可能是局部的内陆萨布哈、沙漠湖泊或旱谷（Wadi）环境。

与世界上其他大陆红层一样，因民组的紫（红）色除长石砂岩外主要是细分散的氧化铁所致。化学分析表明，因民组中铁含量较高，而且以 Fe^{3+} 为主，说明形成于氧化环境（表1）。因民组地层中普遍发育镜铁矿化，在某些地区甚至可形成赤铁矿、磁铁矿体（如东川稀矿山）。因民组中以 Fe^{3+} 为主的含铁矿物不仅是造成紫红色调的主要原因，也是铜的主要吸附剂之一（涂光炽等，1984；华仁民，1989）。目前普遍承认因民组是东川式铜矿铜的矿源层，但是关于铜在因民组中的存在形式目前还不清楚。由于因民组是在较强的氧化环境中形成的，所以铜不大可能以硫化物的形式存在，而是以氧化物或含氧盐类的形式出现。如黑铜矿、胆矾、孔雀石等。然而在一般的镜下观察难以发现上述铜矿物，因此它们必然是以很微小的颗粒出现，并被因民组细碎屑部分中较丰富的铁质和泥质组份所吸附的。当然，这一认

¹ 赵济湘、潘杏南，1982，地质科学院研究报告 00040 号。

² 李兴振，1986，西南地质科技情报，第 2 期。

³ 倪培，1987，南京大学地质系研究生论文。

识还需要进一步的实验研究来加以证实。

表 1 因民组、过渡层及落雪组的铁含量比较

Table 1 Iron contents in the Yinmin, Luoxue formations and their transitional layer

	因民组	过渡层	落雪组白云岩			
			黄白色	灰白色	青灰色	红色
Fe ₂ O ₃ (%)	4.96	0.47	0.21	0.23	0.16	0.61
FeO (%)	1.00	0.98	0.66	0.73	0.78	0.29
Fe ₂ O ₃ +FeO (%)	5.96	1.45	0.87	0.96	0.94	0.90
Fe ₂ O ₃ /FeO	4.96	0.48	0.32	0.32	0.21	2.10

(由南京大学地球科学系中心实验室测定)

2、复杂的因民角砾岩

因民组中各种角砾岩相当发育, 它们分布广泛、厚度不等。对于其成因, 一直从说纷纭。笔者的研究结果认为, 由于因民组是裂谷拉张环境的产物, 而它在形成后又经历过多次挤压与拉张 (华仁民, 1990), 所以其中的角砾岩可以形成于不同的时间、空间和构造背景, 因而其特征也各不相同, 决不能以一种因民角砾岩来看待。笔者根据成因及特征把因民组内的砾岩、角砾岩分为三大类 (如表 2)。本文限于篇幅, 着重讨论与裂谷环境有关的几种类型。

表 2 因民组中角砾岩的主要类型

Table 2 Main types of breccia in the Yinmin Formation.

类型	名称	亚类	产出实例
I	沉积或同生 (角) 砾岩	I-a 沉积砾岩	东种汤家菁
		I-b 层火山角砾岩	东川
		I-c 同生角砾岩	东种汤丹等处
II	构造角砾岩	II-a 断层接触角砾岩	易门铜厂等处
		II-b 其他构造角砾岩	易门凤山
III	复杂角砾岩		东川落雪等处

沉积砾岩 I-a 主要出露于东川拖布卡汤家菁, 砾石具有较好的磨园度并呈定向排列。砾石呈长透镜状, 长宽比一般为 2—5。砾石成分以细粉砂—泥质岩石为主, 其次为砂岩, 此外有石英颗粒等。胶结物为碳酸盐及泥质—粉砂质。整个砾岩成层性较好, 富砾和少砾部分常交替出现形成条带。砾岩已受到变质, 泥质胶结物有绢云母化, 同时整个砾岩呈现片岩—千枚岩状构造。

某些研究者认为该砾岩是因民组的底砾岩¹。由于出少露少，与下伏地层关系不清，故笔者仍以沉积砾岩称之。

因民组中的层火山角砾岩 (I-b) 由原桂林冶金地质研究所变质岩铜矿专题组于 1975 年提出。他们在研究东川铜矿时强调了火山作用的意义，并提出东川铜矿属火山—沉积—变质成因。他们认为因民组底部的角砾岩层为东川运动这一沉积间断后具有基底砾岩性质的火山碎屑质沉积变质 (角) 砾岩。

因民组中的构造角砾岩一般是在因民组形成之后由于某种构造作用而产生的，它的形成方式较多，其中有一种断层接触角砾岩 (II-a) 见于因民组与某些下伏地层的断层接触带处。

因民组与上覆落雪组之间为连续沉积，但它与下伏地层的联系却是一个长期悬而未决的问题，实际上也是昆阳群地层问题的关键所在。这个问题之所以难以解决，主要因为没有野外剖面能提供令人信服的因民组与下伏地层的接触关系。前人资料中涉及较多的几处剖面中，因民组与“下伏地层” (美党组、望厂组、小溜组、河口群等) 的关系大多模糊不清，它们中有相当一部分是属于断层接触，在接触界面上常发育一层角砾岩，这就是断层接触角砾岩。

在大多数情况下，根据断层接触角砾岩的基本特征就可以知道它们不具有底砾岩的性质，例如角砾的磨圆度、分选性都很差，角砾颗粒较细小，胶结松散；而且角砾成分并不是下伏地层而主要是因民组的成分。例如易门铜厂剖面，因民组最下部与美党组之间有一层角砾岩，产状为 290° ， $<22^\circ$ ，厚度仅数厘米至数十厘米。角砾成分主要是灰紫色板岩、泥质白云岩与紫色板岩互层、变质石英砂岩、长石石英砂岩及粉砂岩等，并普遍含镜铁矿鳞片，明显属于因民组而不属于美党组。因此，虽然从剖面上看 (图 4) 似乎因民组复盖于美党组之上，但实际上二者是断层接触关系；而且从角砾岩主要由因民组碎片组成来看，笔者认为这是较老的下昆阳群因民组由于低角度逆掩断层的作用而超覆于上昆阳群美党组之上。

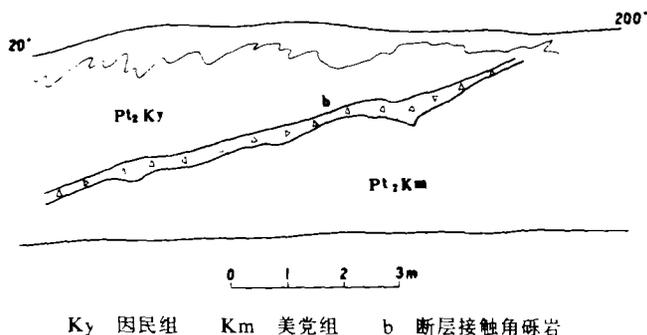


图 4 易门铜厂公路剖面因民组和美党组接触关系素描图

Fig. 4 Sketch showing the contact relationship between the Yinmin Formation and the Meidang Formation, Tongchang, Yimen.

在元江白龙厂地区，前人资料认为因民组之下存在着古风化壳。据阮惠础等实地考察后

¹ 陈天佑等，1986，东川式铜矿论文选编。

认为该古风化壳实际上是断层破碎带—断层接触角砾岩。

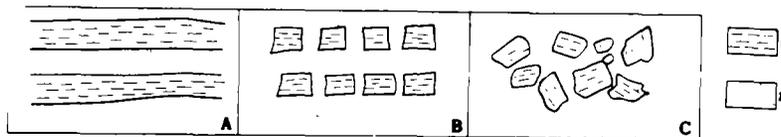
在构造角砾岩中除了这种因民组与“下伏地层”之间的断层接触角砾岩之外, 还有其他由于后期构造作用形成的角砾岩, 统称为其他构造角砾岩 (II-b)。其中最重要的是所谓“刺穿构造”^①形成的刺穿体, 即因民组等沿某些断裂构造发生底辟式上移, 插入较年轻的上部层位。这种构造活动能造成较大规模的角砾岩。这种现象主要见于易门西部矿带, 但对于刺穿体是否属因民组, 目前还有不同的认识。

复杂角砾岩 (III) 是对于因民组中某些成分较复杂的角砾岩的总称。例如落雪大养地、燕子崖、小溜口等处所见的“复杂角砾岩”, 其角砾成分为白云岩、砂岩、板岩、石英岩及火成岩等; 峨睹厂一带的复杂角砾岩砾石成分为灰岩、板岩、白云岩、石英等, 并已钠长石化。这类角砾岩的形成主要也是由于构造作用, 且一般分布在大断裂附近; 有些则是伴有辉长辉绿岩脉侵入的地段, 并被这些侵入岩胶结, 故又称为“火成胶结角砾岩”等。

因民组中最特征的角砾岩应是同生砾岩 (I-c)。这类砾岩成份较简单, 故常被称为“简单角砾岩”。例如东种汤丹地区的这类角砾岩, 其角砾成分主要是紫色泥质岩石——板岩, 而胶结物主要为粉砂质、砂质, 二者都是因民组的主要组分。

这种细粒泥质岩石角砾被较粗粒的砂质粉砂质岩石所包围、胶结的特征, 说明它不属于一般的构造角砾岩。因为构造角砾岩应该是坚硬的砂质岩石形成角砾, 柔软的泥质岩石被磨碎而作为胶结物, 亦即与现在见到的情况正相反。因此, 笔者认为它是一种同生的构造角砾岩, 其形成过程大致如下 (图 5)。

当因民组最初沉积时, 砂质沉积物和泥质沉积物以互层状沉积于盆地。在成岩作用之前, 泥质部分尚处于塑性状态, 而砂质部分处于水份饱和的流沙状态 (图 5A)。当干旱条件下沉积物脱水变干并受到上复沉积物压实时, 泥质沉积物干燥收缩断开成碎块, 砂质沉积物可充填其间 (图 5B)。经过某种同生构造作用和成岩作用, 便形成了目前所见到的同生角砾岩 (图 5C)。



1. 泥质组分 2. 砂质组分

图 5 因民组同生角砾岩形成示意图

Fig.5 The process of formation of syngenetic breccia.

这里的“同生构造作用”主要是同生断裂, 即在沉积—成岩过程中盆地基底所发生的一种断裂作用, 这也是大陆裂谷环境中比较典型的构造作用。在昆阳拗拉谷的拉张裂隙条件下, 不仅整个拗拉谷以边界断层发生拉开和沉陷, 形成地堑式盆地, 而且在盆地内部, 还有一些类似的, 但规模可能较小的断层正在活动。这些生长断层的发育造成了拗拉谷底的次一级堑垒式构造; 而且, 由于断层两侧地形的相对升降, 常在断层附近形成这类同生角砾岩或滑塌堆积。因民组中的同生角砾岩就是由于这类同生断层的发育而使正在固结中的岩层 (图

^①李希、吴懋德, 1980, 云南省地质学会论文集 (摘要)。

5B) 破碎、滑塌,并在断层下降再度堆积而成的。当断层的错动较大时,这类同生角砾岩可以具有某些浊流沉积的特征,如韵律层序等。李继亮(1978)曾描述过东北老第三纪沙河街组浊积岩在大陆壳张裂断陷背景下形成的特征,即在盆地浅部、缓坡上形成三角洲沉积,而在陡坡—中心则发育滑塌浊积岩到深水扇末梢浊积岩。因民组的情况与它有某些类似之处,只是因民组形成时同生断层更为发育,所以,笔者认为因民组中那种具韵律层序的浊流沉积物主要是由同生断层的活动而产生的阵发性浊流沉积,图版3、4显示了这类沉积物的特征。

同生角砾岩的存在及其对因民组中浊流沉积物的解释,对于确定因民组的沉积建造特征具有重要意义。一些研究者曾提出因民组属于复理石或类复理石建造;不少人认为因民组属海相地层。根据本文的论述,笔者认为因民组就属陆相地层,总体来说可以归入磨拉石或类磨拉石建造。因民组是大陆裂谷早期的沉积物,其沉积环境以三角洲相和内陆水盆地相为主。它处于海进旋回的底部,随着裂谷发育,海水逐渐进入,因此因民组沉积的局部或后期可达到泻湖相和礁后潮坪带,出现潮汐层理、浅水波痕、人字交错层和泥裂等潮坪带的特征(刘宝君,1981)。因民组上部白云质增多,反映了由于海水进入而使沉积环境由陆相向海陆交互相乃至海相发展。

收稿日期:1990年12月29日

参 考 文 献

- (1) 华仁民, 1989, 中国中元古代裂谷作用及其对层控铜矿床的控制, 大地构造与成矿学, 第2期, 150-160页。
- (2) 华仁民, 1989, 东种式层状铜矿的沉积改造成因, 矿床地质, 第2期, 3-13页。
- (3) 华仁民, 1990, 论昆阳拗拉谷, 地质学报, 第4期, 289-301页。
- (4) 刘宝君, 1981, 沉积相模式与层控矿床, 地质与勘探, 第12期, 1-9页。
- (5) 李继亮等, 1978, 我国几个地区浊积岩系的特征, 地质科学, 第1期, 26-44页。
- (6) 涂光炽等, 1984, 中国层控矿床地球化学, 第一卷, 科学出版社, 259-264页。
- (7) 桂林地质研究所, 1975, 东川式铜矿的地层岩石特征及其与成矿的关系, 地质与勘探, 第4期, 18-25页。
- (8) 龚琳等, 1975, 云南东种铜矿的地质特征, 矿床成因及找矿方向, 铁铜矿产专辑(3), 北京地质出版社。
- (9) 龚琳, 王承尧, 1981, 论“东川式铜矿”的成因, 地质科学, 第3期, 203-211页。
- (10) Cloud P.E., 1968, Atmosphere and hydrospheric evolution of the primitive earth, Science, 160, p.729-736.
- (11) Pettijohn F.J., 1975, Sedimentary rocks, Harper and Row, 3rd edition, New York.
- (12) Turner P., 1980, Continental Red Beds, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam.

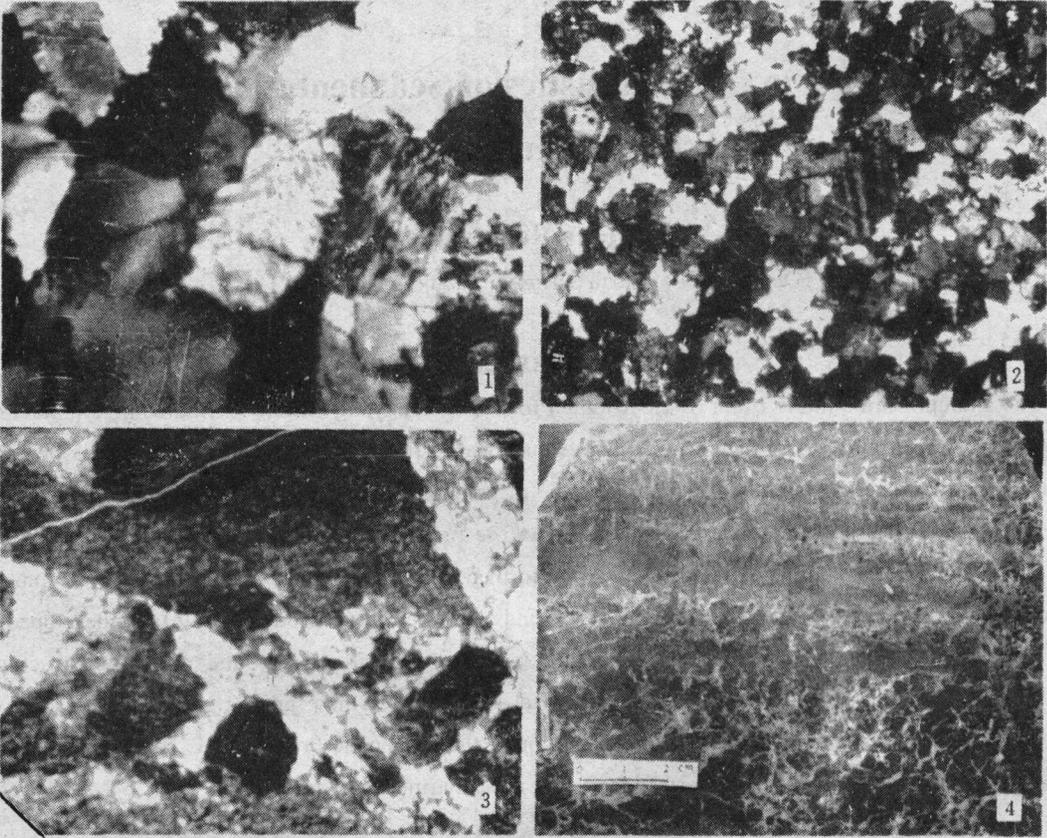
Some Characteristics of Sedimentation of the Yinmin Formation

Hua Renmin

(Department of Earth Sciences, Nanjing University)

Abstract

The Yinmin Formation is a unit of the Middle Proterozoic Kunyang Group distributed in Yunnan and Sichuan provinces, and is considered to be the as source bed of the wellknown Dongchuan type copper deposits. It is lithologically composed of breccia and / or conglomerate, sandstone, siltstone, slate, and some dolomite at the upper part. The well-developed arkose and the distinctive purple colour reveals that the Yinmin Formation is a continental red bed which was formed in rift environment, and was the lowest unit of a transgressive series of rift sedimentation. Different kinds of breccia (and conglomerate) are developed in the Yinmin Formation which is, a special feature reflecting the rift background and later structural deformation. The present paper gives a preliminary classification of these breccia and describes some of them, with an emphasis on the process of formation of the syngenetic breccia. It is concluded that the Yinmin Formation as a whole is of terrestrial facies but not a marine facies nor a flysch.



1. 因民组中的长石砂岩, 薄片, 正交 $\times 250$, 易门狮子山。 2. 因民组中的长石砂岩, 薄片, 正交 $\times 250$, 东川因民。
3. 因民组中的同生角砾, 深色为泥质角砾, 浅色为砂质胶结物, 薄片单偏光 $\times 100$, 东川汤丹。 4. 具韵律层的因民组同生角砾岩, 光面, 东川汤丹。